ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES

Material Utilizado:

- Um capacitor para encaixe em quadro de conexões elétricas (100 pF, 630 V)
- Um capacitor para encaixe em quadro de conexões elétricas (470 pF, 500 V)
- Dois capacitores para encaixe em quadro de conexões elétricas (1000 μF, 40 V)
- Dois pinos conectores para encaixe em quadro de conexões elétricas (LEYBOLD 501 48)
- Um quadro de conexões elétricas (LEYBOLD 576 75)
- Uma caixa de conexão (PHYWE 06030.23)
- Um capacímetro digital (0 - 1000 pF)
- Uma fonte de f.e.m. CC (0 - 30 V)
- Um voltímetro CC (0 - 100 V)
- Uma chave Morse
- Uma garra jacaré
- Quatro cabos de conexão elétrica

Objetivo do Experimento: Medir a capacitância resultante (capacitância equivalente) da associação em série e em paralelo de capacitores. Investigar a redistribuição de carga decorrente da conexão entre dois condutores, inicialmente isolados um do outro.

INTRODUÇÃO

Um capacitor é simplesmente um sistema constituído por um par de condutores de forma arbitrária, isolados eletricamente. Capacitores são componentes comumente encontrados em equipamentos eletro/eletrônicos e desempenham funções diversas como armazenamento de energia eletrostática (por exemplo, no processo de carga do "flash" de um equipamento fotográfico), ou fazendo parte de circuitos eletromagnéticos oscilantes (por exemplo, no circuito de sintonia de um receptor de rádio).

Capacitores são fornecidos comercialmente em valores padronizados de capacitância, tipicamente no intervalo de alguns pF até alguns mF. Freqüentemente faz-se uso da conveniência de associar capacitores para se obter valores de capacitância não padronizados ou não imediatamente disponíveis.

Neste experimento serão ilustrados os dois tipos fundamentais de associações de capacitores: em série e em paralelo. Será também investigada a redistribuição de carga entre dois condutores, conectando em paralelo dois capacitores, tendo-se inicialmente um carregado e outro descarregado.

Parte A - Associações em Série e em Paralelo de Capacitores

PROCEDIMENTO

Com o objetivo de tornar prática a combinação entre elementos de circuito (neste caso, capacitores) e a conexão entre estes e medidores diversos, será feito uso da caixa de conexão (PHYWE 06030.23), que faz parte de um sistema modular. Ao utilizar este sistema, tenha em mente que qualquer elemento de circuito do tipo aqui utilizado (bipolar, com separação de 19 mm entre pinos) poderá ser inserido entre dois orifícios adjacentes isolados eletricamente (os mesmos *não* são conectados por uma trilha escura na parte superior da caixa de conexão).

1. Insira os capacitores C_1 (capacitância nominal de 470 pF) e C_2 (capacitância nominal de 100 pF) na caixa de conexão, de forma que os mesmos fiquem eletricamente isolados um do outro. Certifique-se de que cada capacitor esteja descarregado, curto-circuitando as extremidades do mesmo.

2. Meça as capacitâncias C_1 e C_2, fazendo uso do capacímetro. Anote as medidas (acompanhadas de suas incertezas) na tabela apropriada da folha de resultados. Para obter as incertezas nas medidas, consulte o manual de instruções do capacímetro utilizado. Para o capacímetro BK PRECISION modelo 830, as especificações de precisão são abaixo fornecidas:

Capacímetro BK PRECISION modelo 830	
	Precisão (modo AUTO)
$C \leq 19{,}99\ \mu F$	± (0,2 % da leitura + 0,5 pF + 1 dígito)
$20\ \mu F \leq C \leq 199{,}9\ mF$	± (1,0 % da leitura + 1 dígito)

3. Calcule a capacitância teórica equivalente $C = C_1\ C_2\ /\ (C_1 + C_2)$ da associação em série dos dois capacitores, a partir das medidas obtidas para C_1 e C_2 (inclua em seu cálculo a propagação de erros). Anote o valor encontrado.
4. Insira os capacitores na caixa de conexão de forma a associá-los em série. Meça com o capacímetro a capacitância da associação e registre esta medida.
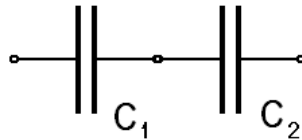
Figura 1: Associação em série de dois capacitores

5. Compare os valores teórico e experimental obtidos para a capacitância equivalente da associação em série.
6. Calcule a capacitância teórica equivalente $C = C_1 + C_2$ da associação em paralelo dos dois capacitores, a partir das medidas obtidas para C_1 e C_2 (inclua em seu cálculo a propagação de erros). Anote o valor encontrado.
7. Insira os capacitores na caixa de conexão de forma a associá-los em paralelo. Meça com o capacímetro a capacitância da associação e registre esta medida.
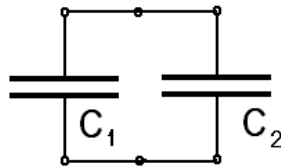
Figura 2: Associação em paralelo de dois capacitores

8. Compare os valores teórico e experimental obtidos para a capacitância equivalente da associação em paralelo.

Parte B - Redistribuição de Carga entre Capacitores

PROCEDIMENTO

1. Insira os capacitores C_1 e C_2 (ambos de capacitância nominal de 1000 μF) no quadro de conexões, de forma que os mesmos fiquem eletricamente isolados um do outro. Certifique-se de que cada capacitor esteja descarregado, curto-circuitando as extremidades do mesmo.
2. Meça as capacitâncias C_1 e C_2, fazendo uso do capacímetro. Anote as medidas (acompanhadas de suas incertezas) na tabela apropriada da folha de resultados. Para obter as incertezas nas medidas, obtenha as especificações de precisão do capacímetro utilizado.
3. Insira os capacitores no quadro de conexões (veja Fig. 3) de tal forma a conectá-los em paralelo, através de dois pinos conectores (S_2 e S_3). Desfaça uma das conexões, retirando um dos pinos conectores.
4. Um dos capacitores, que aqui denominaremos C_1, deverá ser carregado, submetendo-se o mesmo a uma diferença de potencial V_{1i}, proporcionada por uma fonte de força eletromotriz CC. *Com a fonte*

desconectada da rede e tendo sua chave seletora de tensão na posição de mínimo, conecte-a ao capacitor C_1 , através da chave Morse. Na realidade, a conexão elétrica entre a fonte e o capacitor dar-se-á somente quando a chave estiver pressionada. Quando a chave está em sua posição normal (relaxada), o circuito está aberto. Conecte o voltímetro, *desconectado da rede*, ao capacitor C_1. Selecione um fundo de escala apropriado para o mesmo. Observe as polaridades das conexões.
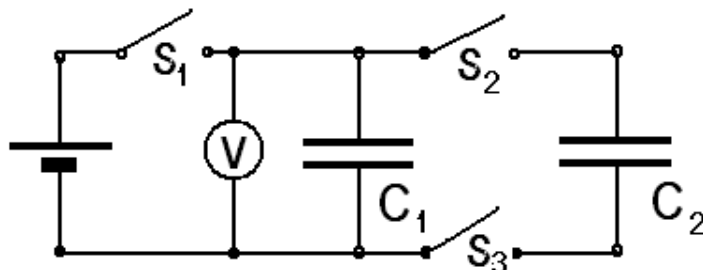
Figura 3: Circuito elétrico para redistribuição de carga entre capacitores

5. Peça ao professor que o mesmo confira as conexões em seu circuito.
6. Conecte a fonte e o voltímetro à rede e ligue-os. Faça aumentar a voltagem da fonte até um valor da ordem de 30 V. Pressione continuamente a chave Morse (S_1) durante alguns segundos. Você observará a leitura do voltímetro aumentar até se estabilizar em certo valor, que será a diferença de potencial V_{1i} a que estará submetido inicialmente o capacitor C_1. Libere a chave Morse. Você perceberá que a leitura manter-se-á estável no valor V_{1i}. Registre o valor de V_{1i}. Na realidade, um processo de descarga do capacitor através do voltímetro terá início, com uma constante de tempo $\tau = RC_1$, onde R é a resistência de entrada do voltímetro. Contudo, como $R \cong 10$ MΩ e $C_1 \cong 1000$ μF, obtém-se um processo de descarga suficientemente lento: $\tau \cong 10.000$ s.
7. Reinsira o pino S_2, de forma a associar os capacitores C_1 e C_2 em paralelo. Você observará que a leitura do voltímetro decresce imediatamente a um valor V_f , em decorrência do estabelecimento de uma nova distribuição de carga entre os capacitores C_1 e C_2. Parte da carga inicial ($Q_{1i} = C_1 V_{1i}$) é transferida ao capacitor C_2, inicialmente descarregado, até se estabelecer um equilíbrio eletrostático. É imediato demonstrar, fazendo uso da conservação da carga, que o valor teórico esperado para V_f é $V_f = V_{1i}\, C_1 / (C_1 + C_2)$. Calcule este valor e anote-o. Para levar em conta a contribuição das tensões na propagação de erros, consulte o manual do voltímetro utilizado. Para o voltímetro ENGENHO modelo K1403, seguem algumas especificações úteis:

Multímetro ENGENHO modelo K1403		
Voltagem (CC)	Impedância de Entrada	Precisão
Qualquer faixa de medição	10 MΩ	± (1% da leitura + 1 dígito)

FOLHA DE DADOS E RESULTADOS

Associações de Capacitores

Data____/____/____

COMPONENTES DO GRUPO

NOME ____

NOME ____

PARTE A - ASSOCIAÇÕES EM SÉRIE E EM PARALELO DE CAPACITORES

Capacitâncias	Nominal	Medida
C_1 (pF)		
C_2 (pF)		

Associações	Valor teórico (pF)	Valor Medido (pF)
Série		
Paralelo		

PARTE B - REDISTRIBUIÇÃO DE CARGA ENTRE CAPACITORES

Capacitâncias	Nominal	Medida
C_1 (μF)		
C_2 (μF)		

	Valor esperado	Medida
V_{1i} (V)	----	
V_f (V)		